

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko

Detektor kovin, električne napeljave in lesa v steni

Seminarska naloga
pri predmetu
Elektronska vezja

V Ljubljani, november 2007

Avtor: Uroš Lülük

UVOD

V praksi večkrat pridemo do problema kje v stanovanju bi postavili sliko, polico itd. Če vemo kje poteka električna napeljava vemo tudi kje smemo vrtat in kjer ne, zato nam je lahko v veliko pomoč detector električne napeljave ali ac wire detector. V različnih situacijah je nam je v pomoč tudi če vemo kje se nahaja kakšna kovinska snov.

Tako naprava o kateri bo več govora v nadaljevanju združuje tri naprave v eni, detektor kovin, detektor el. napeljave in detektor lesa.

Naprava je dokaj enostavna za uporabo saj ima tropoložajno stikalo s katerim izbiramo katero napravo hočemo uporabljati.

Vežje je razdeljeno v analogni in digitalni del. V bistvu predstavlja detektor le analogni del vezja saj nam digitalni del služi kot merilnik analognih signalov, detektor položaja stikala oz. Mode detektor in za prižiganje led diod kot indikatorjev. O samem delovanju vezja nam največ pove sama shema vezja ki jo lahko razdelimo v analogni in digitalni del.

Analogni del lahko še naprej razdelimo v tri že omenjene detektorje. Celotno shemo analognega dela vezja lahko vidimo na sliki 2.

NAPAJALNI DEL:

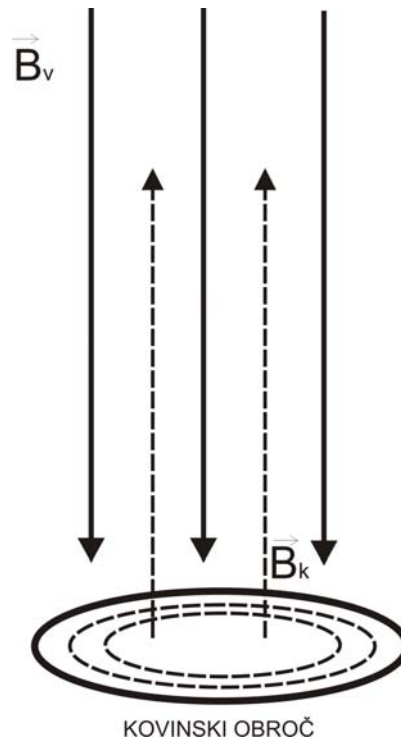
Ta je sestavljen le iz napetostnega stabilizatorja in nekaj kondenzatorjev, ki so potrebni za pravilno delovanje stabilizatorja. Na vhodu je tudi dioda ki nam služi kot zaščita v primeru če narobe priključimo napajlno napetost. Vežje se napaja iz ene 9V baterije.

DETEKTOR KOVIN:

Osnova le tega je feritno jedro na katero sta oviti dve navitji, prvo navitje je del zaporednega nihajnega kroga in nam služi kot vzbujevalno navitje, drugo navitje je del vzporednega nihajnega kroga in nam služi kot sprejemno navitje. Tako v bistvu imamo transformator pri katerem se silnice zaključujejo po zraku.

Princip delovanja detektorja kovin nam prikazuje slika 1, na kateri puščice ki kažejo navzdol ponazarjajo magnetno polje ki ga generiramo, puščice ki kažejo navzgor pa ponazarjajo magnetno polje ki ga generirajo vrtnični tokovi v kovini. Tako generirano polje s strani kovine interferira z poljem ki ga generiramo mi. Omenjeno interferenco potem detektiramo s sprejemnim navitjem. (**B_v**-polje ki ga generiramo, **B_k**-polje ki se generira zaradi vrtničnih tokov v kovini)

S takim principom detekcije dosežemo konstantno frekvenco sprejemnega nihajnega kroga, spreminja se nam le amplituda v odvisnosti od interference, tako z vso preostalo elektroniko merimo amplitudo nihanja in ne frekvence.



Slika 1: Osnovni princip detekcije kovine

V zaporedni nihajni krog je dodan upor R_1 , ki nam služi za vzbujanje tuljave kadar je transistor T1 odprt. Resonanca tega nihajnega kroga je:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{R_1 L_1 C_2} - \frac{1}{C_2^2 R_1^2}}$$

Resonančna frekvenca paralelnega nihajnega kroga pa je:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_2 C_5}}$$

Za tuljave s paličnim feritnim jedrom je značilno da efektivna permeabilnost ni enaka efektivni permeabilnosti materiala iz katerega je jedro narejeno, ampak je dana z enačbo:

$$\mu' = \mu_e \sqrt{l_j / l_t}$$

Pomembna informacija je tudi tako imenovana efektivna višina tuljave, ki nam pove koliko inducirane napetosti prispeva en ovoj tuljave, definirana je kot:

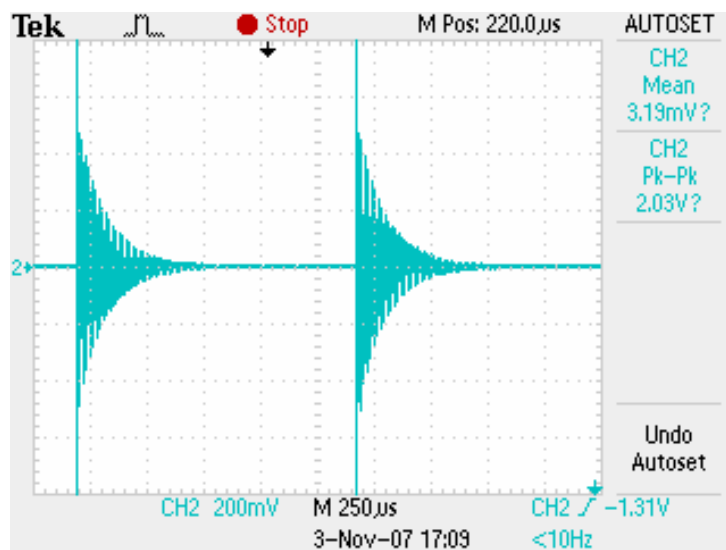
$$h_e = \frac{2\pi N A \mu_e}{\lambda}$$

N-število ovojev tuljave
 μ -efektivna permeabilnost
 A-presek tuljave
 λ -valovna dolžina

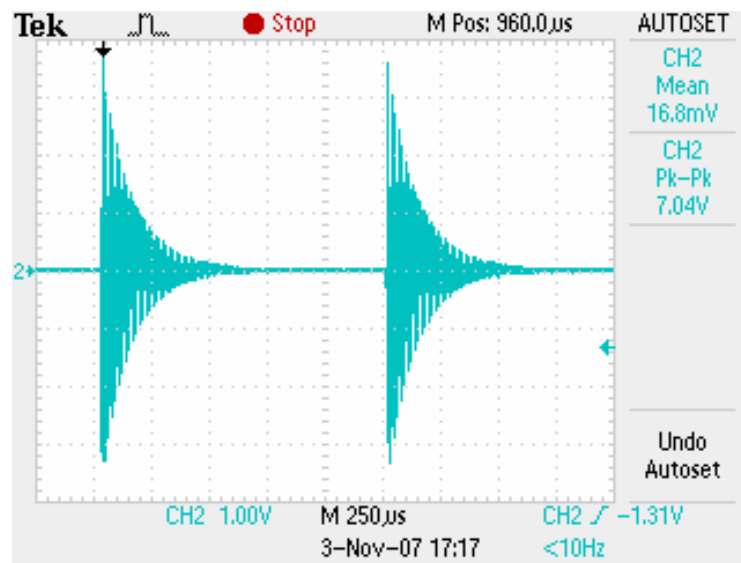
nadalje je inducirana napetost enega ovoja enaka:

$$U_o = B h_e$$

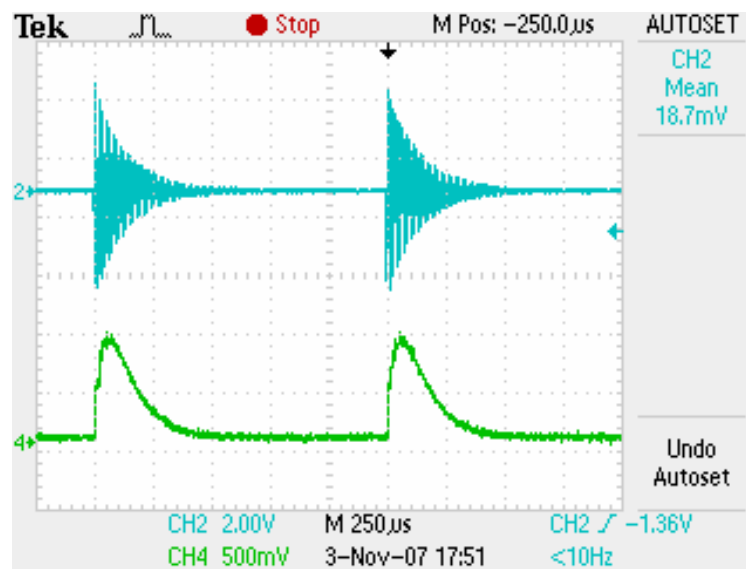
Ostala elektronika metal detektorja je dokaj enostavna, na vhodu imamo detektor temenske vrednosti katerega sestavlja dioda D11, upor R7, in kondenzator C3. Upor in kondenzator sta izbrana tako da je časovna konstanta veliko večja v primerjavi z frekvenco signala. Tako na vhod operacijskega ojačevalnika v bistvu pripeljemo envelopo ki jo ojačujemo z ojačanjem 25. Na izhodu pa imamo še schmitt trigger zato da dobimo histerezo in tako povečamo širino impulza ki ga merimo. Izhod komparatorja pa preko upora R18 pripeljemo na mikrokontroler s katerim merimo širino impulzov v signalu.



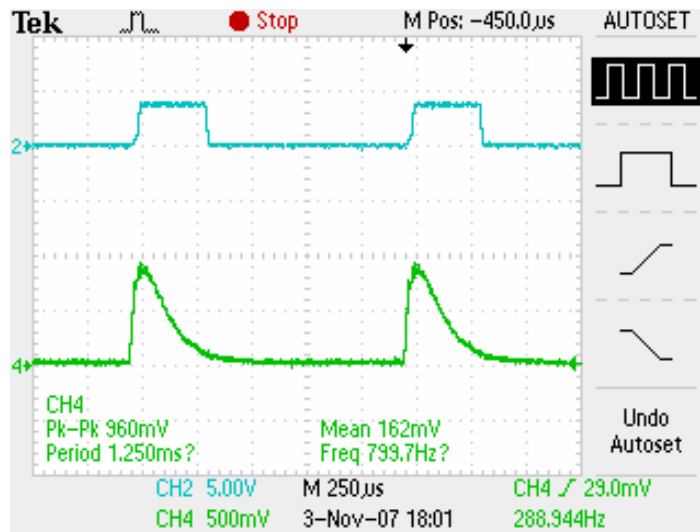
Slika 1: Signal na vzbujalni tuljavi



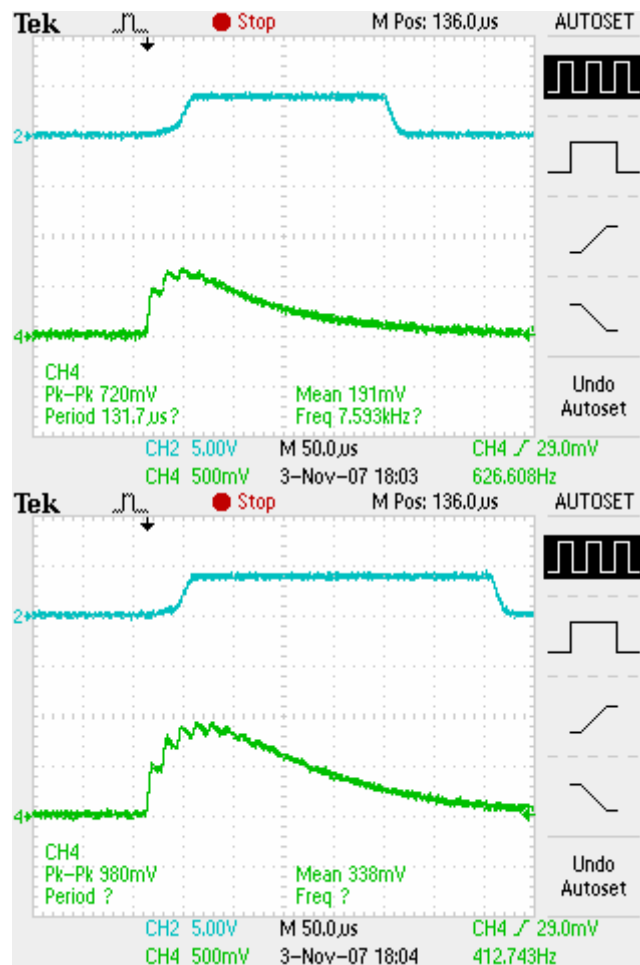
Slika 2: Signal ki ga dobimo na sprejemni tuljavi



Slika 3: Zgoraj je signal na sprejemni tuljavi spodaj je signal na vhodu v prvi ojačevalnik in je v bistvu temenska vrednost



Slika 4: Zgoraj je signal na izhodu schmitt triggerja ki ga peljemo na mikrokontroler spodnji signal je na vhodu v prvi ojačevalnik



Slika 5: Primerjava temenskih vrednosti in izhoda ko približamo kovino (zgoraj) in brez nje

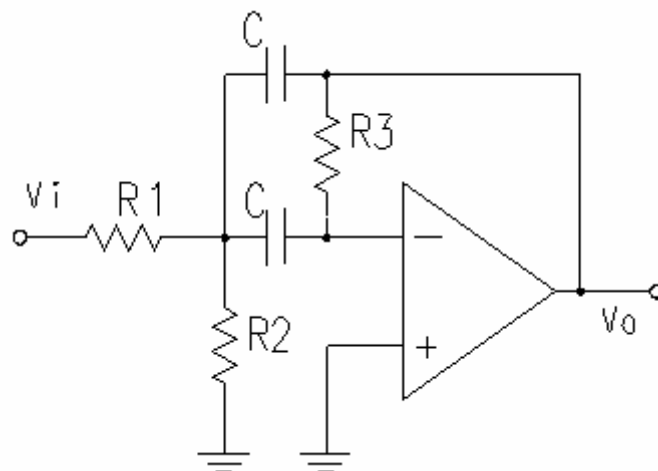
DETEKTOR ELEKTIČNE NAPELJAVE:

Na vходу imamo 680KΩ anteno okoli 2,5V delovne točke, ki jo dosežemo z uporabo R5 in R6. Antena je kar linija na PCB-ju, ki jo lahko vidimo na sliki. Kondenzator C6 nam služi kot blokirni kondenzator morebitnih motenj delovne točke. Signal z antene peljemo na ojačevalnik ki ima za enosmerne in počasne signale ojačanje 10. Kondenzator C8 ja dodan zato da reže signale višjih frekvenc. To so predvsem signali ki bi se pojavili zaradi morebitnih switcher napajalnikov v okolici, za katere pa vemo da so v razredu 10Khz-100Khz.

Izhod tako ojačanega signala nato peljemo na band-pass filter z centralno frekvenco $f_0=50\text{HZ}$, ki je sestavljen iz R12,R14,R17 ,C9,C10 in U4:B operacijskega ojačevalnika. Omenjeni filter je Butterworthov filter in si ga lahko predstavljamo kot zopredno vezana low-pass in high-pass filtra.

BAND PASS FILTER:

Kot band pass filter sem izbral filter na spodnji shemi:



Ojačanje v prepustnem območju je:

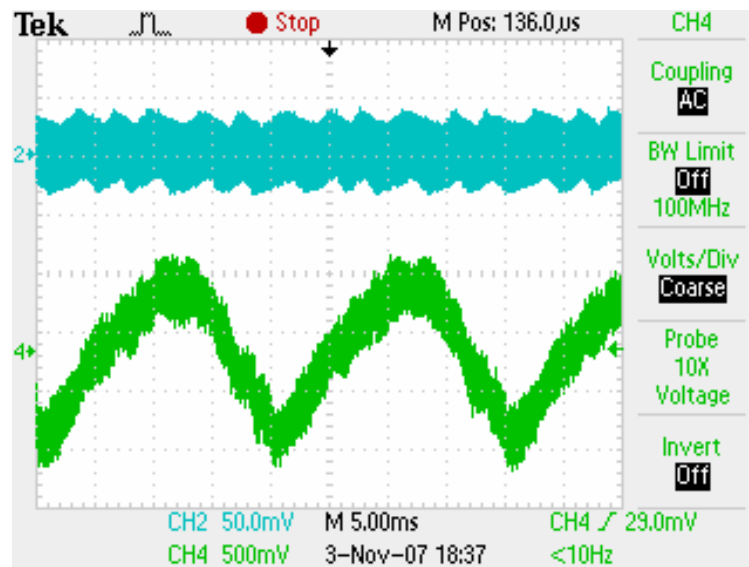
$$H_o = -\frac{R_3}{2R_1}$$

$$\omega_o = \frac{1}{C\sqrt{(R_1\parallel R_2)R_3}}$$

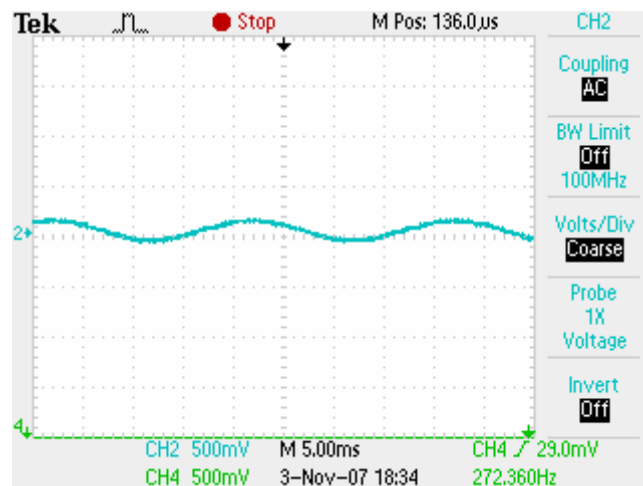
$$\beta = \frac{2}{CR_3}$$

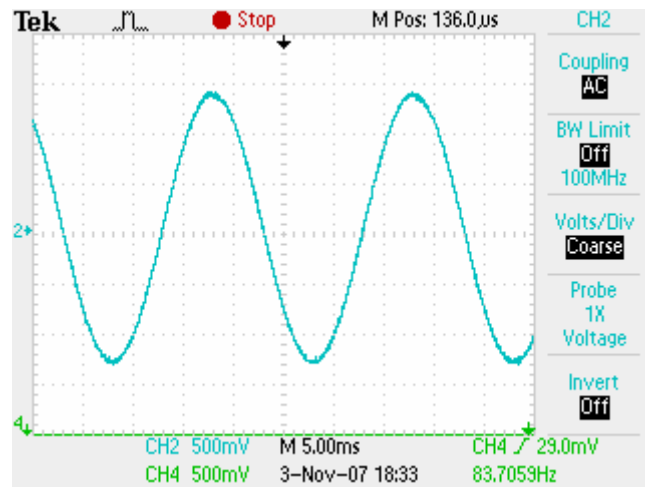
Za naš filter dobimo:

| | |
|------------|--------|
| H0 | 64,2dB |
| β | 10,9Hz |
| ω_0 | 49,9Hz |



Slika 6: Zgoraj je signal z vsemi šumi na vходу prvega ojačevalnika, spodaj vidimo signal na izhodu prvega ojačevalnika oz. Na vходу v filter



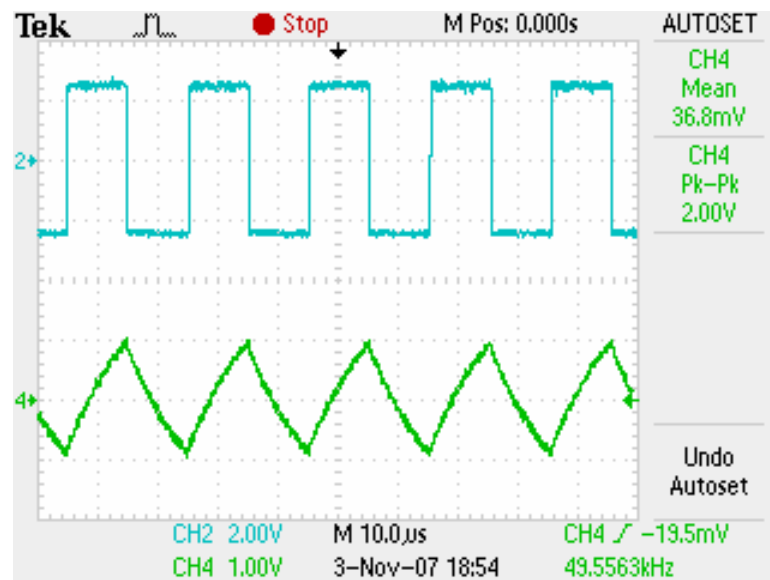


Slika 7: Zgoraj je slika na izhodu filtra ko brez prisotnosti AC-žice, spodaj pa ob prisotnosti AC-žice

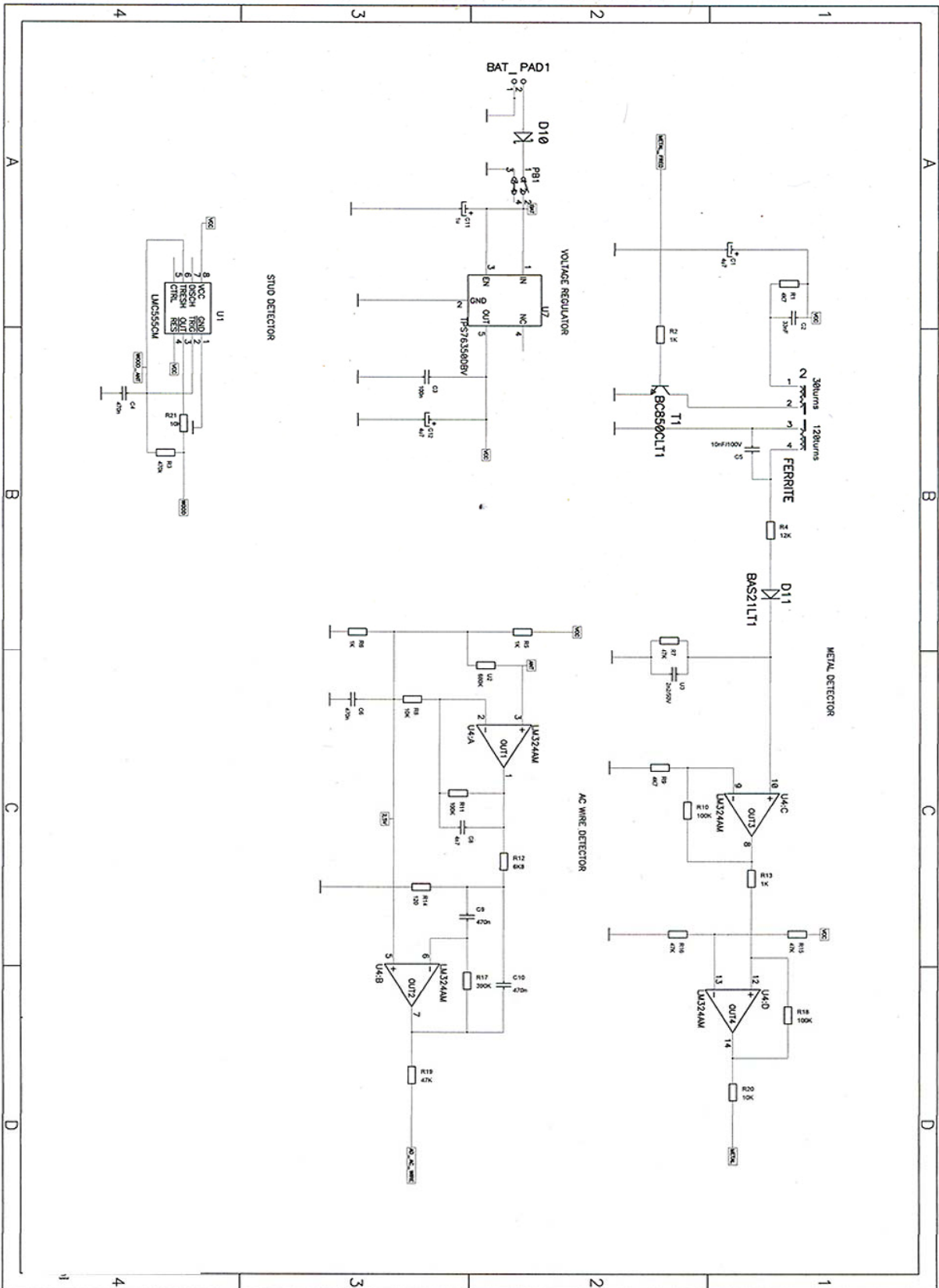
DETECTOR LESA ALI STUJ DETECTOR

Za detector lesa sem uporabil kar oscilator z NE555.

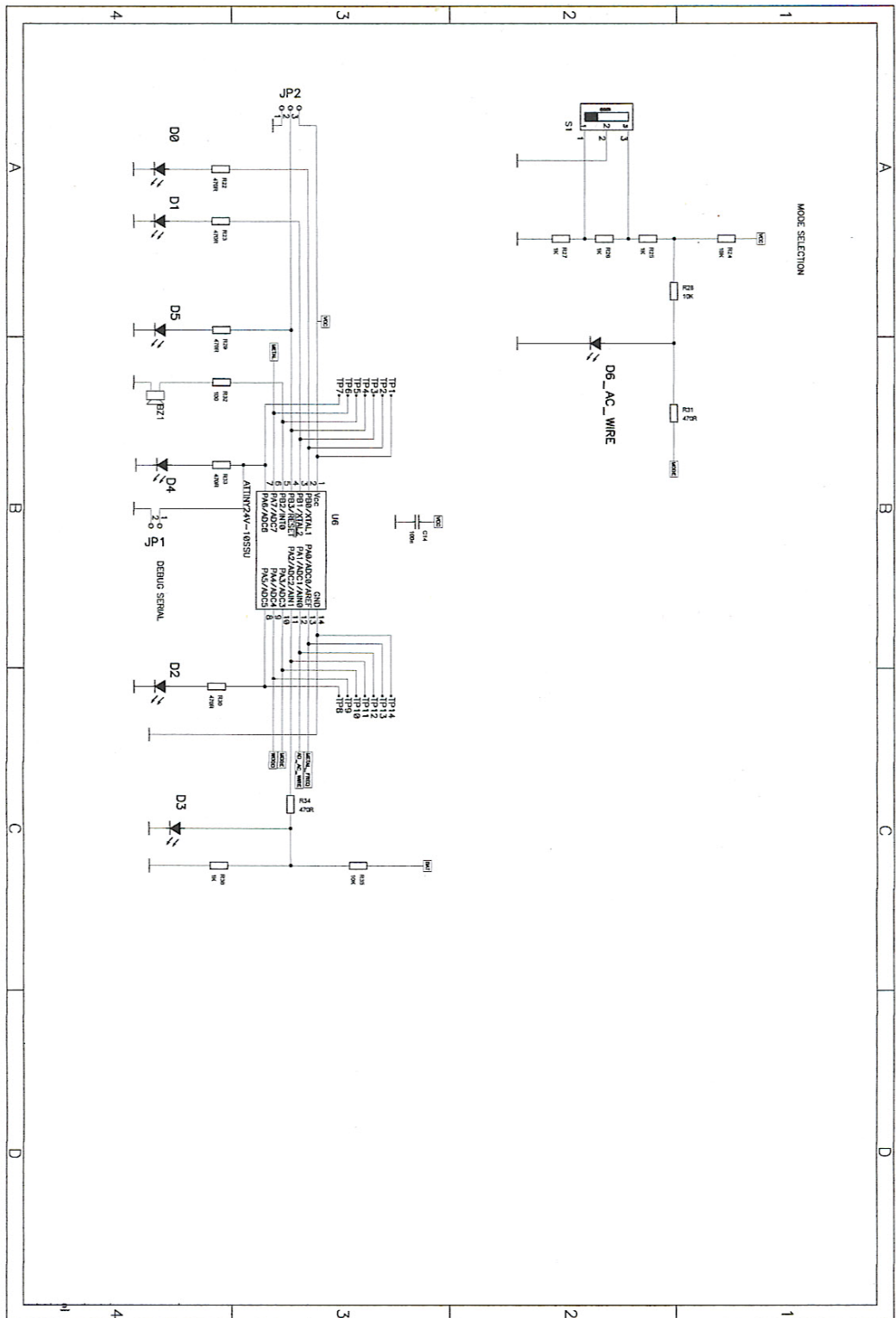
Z približevanjem dielektrika se namreč spreminja kapacitivnost ki nam določa frekvenco oscilatorja, tako v bistvu z mikrokontrolerjem merimo frekvenco signala na izhodu omenjenega oscilatorja, imamo namreč dve plošči, ki imata neko kapacitivnost, zato se kapacitivnost spremeni ko k tema dvema ploščama približamo nek dielektrik (v našem primeru naj bi bil to les). Glej sliko...



Slika 8: Zgornji signal je signal na izhodu oscilatorja spodnji je pa na kondenzatorskih ploščah

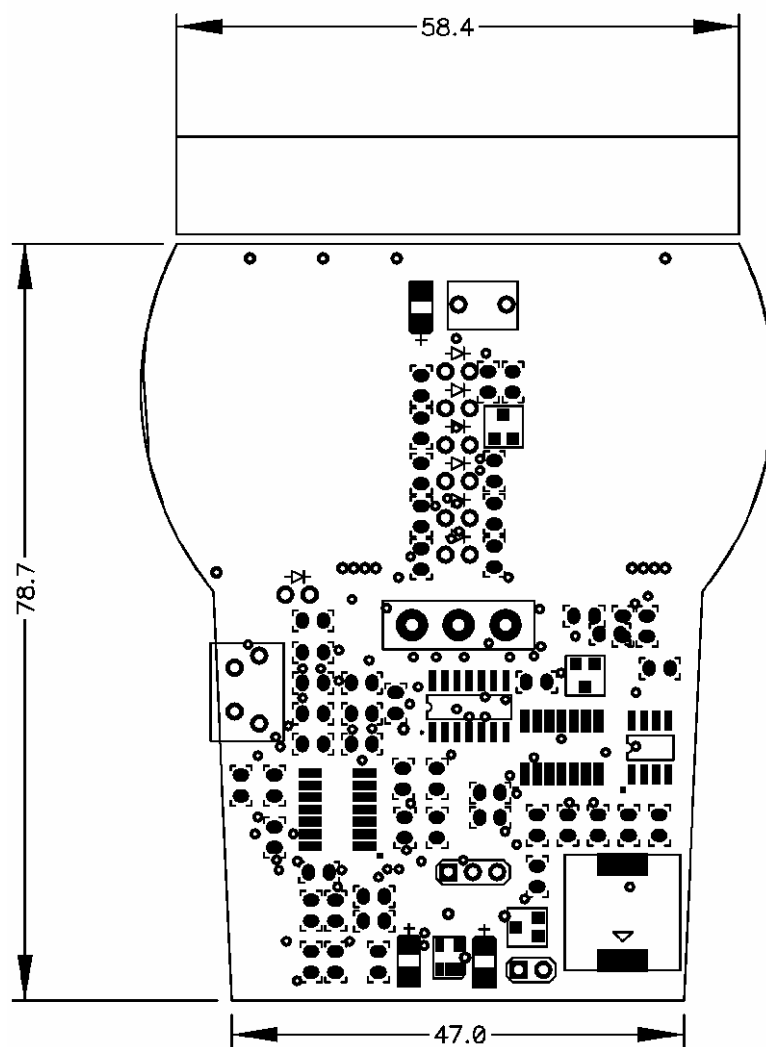


Slika 9:Analogni del vezja

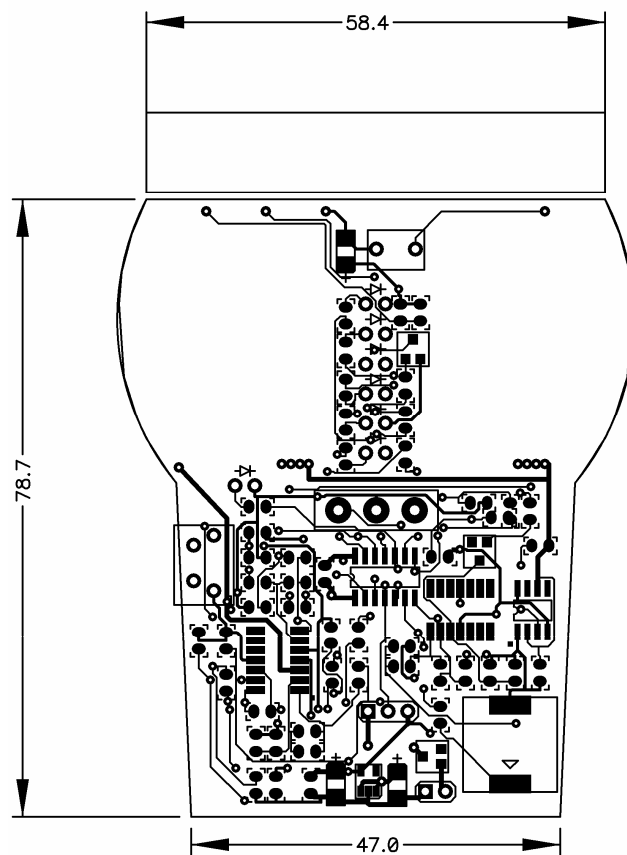


Slika 10: Digitalni del vezja

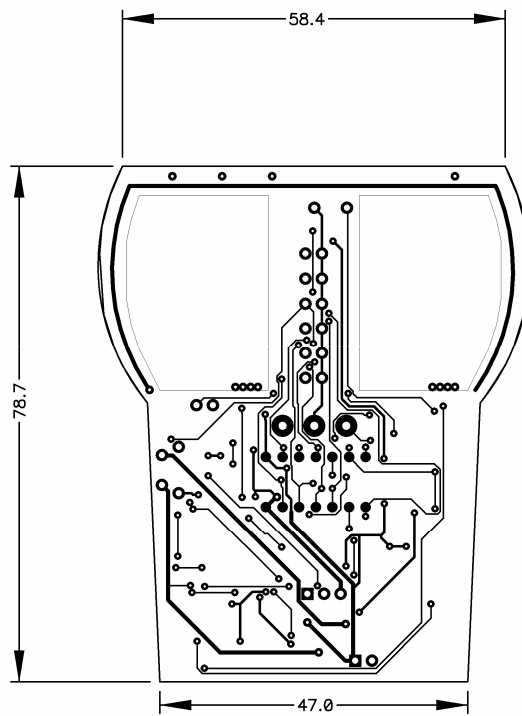
Za izbiro kateri detektor hočemo uporabljati imam stikalo S1 ki je kot lahko vidimo navaden delilnik napetosti, le to napetost potem preberemo v mikrokontrolerju in na podlagi tega se le ta odloči v katerem modu smo.



Slika 12: Postavitev komponent



Slika 13:Zgornja Stran



Slika 14:spodnja stran

ZAKLJUČEK

Ob uporabi detektorja lahko ugotovimo da bi ga bilo treba še precej izboljšati. Najverjetnejši vzrok so motnje ki sekajo iz enega detektorja na drugega.

Največ težav je bilo pri izbiri frekvence metal detektorja saj je pri višjih frekvencah bila zadeva precej nestabilna vendar to je v veliki meri odvisno od samega operacijskega ojačevalnika.

Tudi pri umerjanju filtra so bile manjše težave saj se je s spreminjanjem enega parametra spreminjalo več ostalih parametrov.

Datasheete uporabljenih integriranih vezij lahko najdemo na:

LM324 <http://www.national.com/mpf/LM/LM324.html>

LMC555 <http://www.national.com/mpf/LM/LMC555.html>

Attiny44 http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8006.pdf